

# ДИДАКТИКА ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

УДК 14.35.07

*О. Н. Чайковская, О. Н. Калачикова*

## ПОТЕНЦИАЛ ТЕХНОЛОГИИ PROBLEM-BASED LEARNING ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В КЛАССИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Рассматривается круг вопросов, связанных с решением задачи использования потенциала образовательной технологии Problem based learning (PBL) для организации учебного процесса в классическом университете, ориентированном на фундаментальную подготовку студентов в различных областях физики. Рассматривается опыт разработки проекта по внедрению технологии PBL на отдельном факультете. Представлены результаты работы по определению проблемного поля управления переходом к использованию технологии в организации научно-образовательного процесса. Материал статьи фокусируется на постановке задач руководителями структурных подразделений и образовательных программ классического университета.

**Ключевые слова:** технологии PBL, управление образованием, фундаментальное образование, физика.

Организация образовательного процесса на естественно-научных факультетах классических университетов традиционно подчинена научно-исследовательскому процессу. Основная направленность – фундаментальная подготовка студентов и развитие исследовательской деятельности. Физический факультет Национального исследовательского Томского государственного университета, который представлен в данной статье, в полной мере соответствует сложившимся представлениям о классическом исследовательском университете. Об этом говорит то, что научная деятельность студентов физического факультета Томского государственного университета (ТГУ) является неотъемлемой частью образовательного процесса [1] и реализуется в коллективах лабораторий научно-образовательных учреждений города Томска и институтов Томского научного центра СО РАН непосредственно в рамках научно-исследовательских работ, результаты которых используются при написании научных статей, отчетов, диссертационных работ и т. д. Научное руководство курсовыми и выпускными квалификационными работами студентов, а также диссертационными работами аспирантов осуществляется квалифицированными научными сотрудниками, ведущими активную исследовательскую деятельность на мировом уровне. Научно-исследовательская база факультета интегрирована в деятельность Сибирского физико-технического института (СФТИ), Института физики прочности материалов Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН), НИИ медицинских материалов. На факультете действуют лаборатории мирового уровня, такие как лаборатория компьютерного конструирования материалов (руководитель С. Г. Псахье, директор ИФПМ СО РАН), лаборатория физи-

ки структурных превращений ИФПМ СО РАН, лаборатория наноструктурных поверхностей и покрытий ТГУ, лаборатория материаловедения сплавов с памятью формы ИФПМ СО РАН. Начиная с первого курса студенты получают возможность познакомиться с ведущими учеными мирового уровня. Среди тех, кто занимается преподаванием и научным руководством исследовательскими работами студентов, такие известные физики, как В. Э. Гюнтер, Ю. И. Чумляков, А. Н. Тюменцев, Е. В. Чулков-Савкин, А. И. Лотков.

Участие в совместной деятельности с известными физиками, включенность в работу научных лабораторий требуют от студентов высокого уровня подготовки по целому ряду дисциплин, для изучения которых в учебной программе университета необходим достаточно высокий уровень подготовки по программе общеобразовательной школы. К сожалению, именно требование к уровню подготовки часто становится непреодолимым препятствием для вовлечения студентов в исследовательскую деятельность.

Как университетам, исследовательским центрам продвигать передовую фундаментальную науку и готовить талантливых молодых ученых? В мире такой инструмент уже существует много лет и называется «Center of Excellence», что на русский язык переводится как «Центр превосходства». Это площадка, где относительно небольшой научный коллектив дополняется постоянно меняющимися приглашенными на разный срок исследователями.

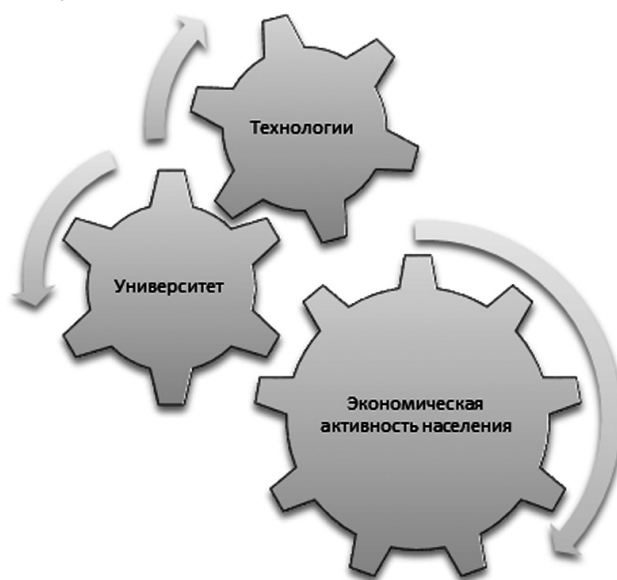
Центры превосходства существуют во всех ведущих университетах мира. Подобная практика начинает приживаться и в нашей стране. Сотрудники и студенты физического факультета участвуют в нескольких таких центрах: «Фундаментальная и

математическая физика», «Центр исследований в области полупроводниковых материалов и технологий» и «Центр высоких технологий в области медицины» [2]. В этих центрах с использованием механизмов академической мобильности проходят исследования на мировом уровне по той или иной тематике через приглашенных исследователей, участие в совместных научных и образовательных, проектах, семинарах, программах и стажировках [3]. Студенты и ученые могут «состыковать» свои изыскания с лучшими в мире специалистами. Это чрезвычайно полезно и необычайно продуктивно. Как правило, лидеры исследовательских направлений приезжают «научными семьями» – со своими постдоками, аспирантами. Кроме того, подобные центры поднимают авторитет, мировую узнаваемость научной лаборатории или университета, где они базируются. Еще одно важное свойство, присущее подобным центрам, – они не бывают «монокультурными». Всегда имеется достаточно широкий спектр тематики, то есть тематика диверсифицируется. Во главе каждого направления стоят ученые, определяющие уровень ее развития. Различные направления обогащают друг друга, дают большие возможности развиваться. Ведущие мировые университеты стараются иметь центры превосходства достаточно широкого спектра. Это дает студентам выбор тематики, которая больше им подходит, помогает лучше раскрыться. А также широкий тематический спектр дает возможность центру заниматься комплексными проектами. Кроме того, это еще и косвенная экспертная поддержка специалистов из смежных областей науки и производства.

Почему технология PBL? Постановка в ТГУ задачи по переходу к использованию технологии PBL обусловлена осознанием целого ряда затруднений в организации образовательного процесса в области фундаментальной подготовки студентов. Наиболее явно в настоящее время затруднения проявлялись в снижении мотивации студентов во время обучения и в общем снижении количества талантливых абитуриентов, желающих получить фундаментальную подготовку. Обращаясь к PBL, можно сказать, что смысл этой технологии раскрывается через различие понятий *teaching* от английского «преподавать», «учить» (в значении «отдавать», «передать») и *learning* от английского «осваивать», «научаться» (в значении «брать»). В настоящее время распространены варианты технологии, такие как: проблемное обучение (*learning*), проектное обучение, исследовательское обучение. В основу технологий положены разработки советских психологов: культурно-историческая теория [4, 5] и деятельностный подход [6], суть которых можно выразить словами Л. С. Выготского: «Об-

учение представляет собой передачу опыта использования орудий и знаков для управления своим поведением (деятельностью) и психическими процессами». Представление о потенциале обучения через включение в практическую деятельность положено в основу компетентного подхода и является частью федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования России.

Какие принципиальные характеристики технологии вызывают наибольший интерес для управления современным образовательным процессом в классическом университете? В первую очередь направленность технологии на интеграцию исследований, высокотехнологичных производств и подготовки кадров [7]. Устойчивые результаты достигаются при условии высокого спроса на новые технологии со стороны наукоемких высокотехнологичных производств, что сопровождается спросом на квалифицированные кадры для этих же производств. Налицо прямая связь с процессами развития экономики. Именно эти возможности технологии PBL являются привлекательными для регионального университета, к числу которых принадлежит ТГУ. Более того, стратегия университета ориентирована на формирование центров трансфера знаний и технологий (рисунок). Выбор технологии PBL в качестве приоритетной при решении вопроса о качественном изменении образовательного процесса определяется также необходимостью достижения экономической эффективности при сохранении ориентации на фундаментальную подготовку.



Технологическая цепочка подготовки кадров

Целью работы является исследование возможностей внедрения технологии PBL на физическом

факультете ТГУ. В статье приведен сравнительный анализ практики ее реализации в Университете Маастрихта (Нидерланды) и определены векторы изменений, по которым необходимо двигаться к формулированию задач управления учебным процессом.

Технология PBL предполагает обязательное участие преподавателей в исследовательской работе, различных видах практической деятельности по профилю подготовки [8], ориентацию своих дисциплин на использование междисциплинарных знаний. Технология PBL не предполагает трансляции узкопредметных знаний (дисциплин) и требует от профессорско-преподавательского состава навыка участия в реализации реальных исследовательских и предпринимательских проектов. Достижение высокого уровня компетенций и междисциплинарной подготовки преподавателей обеспечивается за счет организации работы в образовательных программах по принципу междисциплинарной проектно-исследовательской группы. Устоявшийся в российской практике принцип закрепления преподавателя за отдельным курсом перестает

быть преобладающим. На первый план выходит организация преподавания при подготовке курса в составе небольших групп научно-педагогических работников (3 человека: профессор, ассистент, тьютор). Эти профессиональные роли в команде определяются набором задач организации процесса обучения, а также необходимостью продуктивной со-организации научных проектов и учебного режима.

Квалификация преподавателя предполагает наличие умений выстраивать дизайн учебного курса, или модуля, с учетом логики реального научного проекта и логики задач обучения. Был проведен анализ собственной практики и выявление возможных рисков управления переходом к реализации технологии PBL в ТГУ (табл. 1 и 2) на различных уровнях. Первым вопросом стал риск, связанный с невозможностью обеспечения экономической эффективности. Как видно из табл. 1, технология PBL основана на принципиально иных механизмах планирования и управления ресурсными потоками, поступающими от реализации научных проектов и образовательных программ.

Таблица 1

Управление учебным процессом

Уровень	Организация учебного процесса	
	Технология PBL	Университет
Стратегический уровень управления учебным процессом	Образование – часть наукоемкого бизнеса, платное. Образование используется для привлечения заказов на НИР и НИОКР. Развиты собственные научные лаборатории для поиска и выбора приоритетных направлений развития НИР и НИОКР. Образовательные программы живут 1–2 цикла, затем перерабатываются. Постоянный поиск партнеров-университетов и бизнеса	Образование – социальное благо, бесплатное. Образование редко связано с НИР и НИОКР. Малое количество высокотехнологичных производств в регионе и России. Выбор и продвижение направлений подготовки определяются интересами преподавательских групп (кафедр). «Учим тому, что сами выучили, так как нас учили». Образовательные программы живут десятилетиями
Административный уровень	Планирование учебного процесса происходит по принципу погружения в область исследования и проблему. Предусмотрены экспертные лекции и кейсы с описанием реальной проблемы, требующей научного поиска и проработки большого объема информации для разработки продуктивного решения. Обучение происходит «попутно» решению проблемной задачи. Для студентов, кто не дотягивает до продуктивной работы, предусмотрены дополнительные курсы (выравнивание), часто за дополнительную плату. Планирование программы – по базовому умению (компетенции) через поэтапное включение в решение кейсов. Учебный план состоит из 5 семестров	Планирование учебного процесса происходит по дисциплинам. Программа представляет собой комплект дисциплин. Расписание – набор дисциплин в течение одного учебного дня и недели. Учебный режим выстроен для удобства ППС и наличия свободных аудиторий. Режим дня препятствует погружению в контекст научного предмета, планированию самостоятельной и групповой работы. Большое количество предметов в учебном плане. Учебный план состоит из 2 семестров
Квалификация преподавателей (ППС)	Преподавание входит в исследование. У ППС существует три функции (роли) в организации обучения – профессор, ассистент, тьютор. Каждый, кто имеет контракт преподавателя, должен иметь высокую квалификацию для выполнения своих функций. В университете есть контроль и оценка квалификации. Существуют установленные университетом стандарты, по которым можно перейти из одной роли в другую. Преподаватель может продвигаться по карьерной лестнице	Преподавание – это либо единственная деятельность, либо дополнительная функция параллельно научно-исследовательской деятельности. Совмещение за счет личного планирования времени ППС. Исследование «отвлекает» от преподавания, и наоборот. Базовые квалификации не фиксируются и не контролируются

Таблица 2

Возможности и задачи управления при переходе на технологию PBL в классическом исследовательском университете

Что уже есть	Что необходимо для реализации
Большое количество факультетов естественно-научного профиля с широким спектром образовательных программ	Провести независимый аудит и оценку образовательных программ по признакам: «экономическая эффективность» «уникальность» (научная новизна)
Система дополнительного профессионального образования. Технология PBL может стать предметом продажи и «распространения» для других вузов и компаний, решающих задачу подготовки кадров	Сформировать портфель программ, обеспечивающий достижение экономической стабильности и регулирования ресурсных потоков
Научные школы, исследовательские институты и центры превосходства как площадки кооперации с высокотехнологичными производствами и научно-технологическими платформами	Внедрить механизм конкурсного финансирования образовательных программ, соответствующих критериям: «качество»/«эффективность» «качество»/«уникальность» Новые магистерские программы разрабатывать на принципах междисциплинарности и на основе технологии PBL
Элементы технологии (курсовая работа, проекты, кейсы и научно-исследовательская практика) уже используются преподавателями в своих дисциплинах и учебных планах	Сформировать площадки успешной практики PBL (стажировочные площадки для обмена опытом). Организовать обучение преподавателей
Возможные риски и затруднения при внедрении технологии	
Необходимость разработки финансовой модели, отражающей эффективность реализации научных проектов и образовательных программ. Финансовая модель должна быть основана на использовании нескольких источников поступления активов (не только государственное финансирование)	
Эффективность внедрения PBL зависит от включенности ТГУ в систему трансфера знаний и технологий, наукоемкого бизнеса. Это потребует усиления внимания к развитию партнерств, сетевого взаимодействия	
Необходимость изменения принципов учебного планирования, кадрового обеспечения и тарификации ППС. Это потребует изменения регламентов управления учебным процессом	
Слабая материально-техническая база и дефицит учебных площадей могут стать препятствием к использованию технологии	
Низкая квалификация и неприятие со стороны ППС потребуют введения системы стимулирования и профессионального развития. Создание критической массы позитивно настроенных ППС	

Перестройка механизма управления требует разработки экономической модели деятельности структурного подразделения, а также разработки инвестиционного проекта и плана перехода на новые принципы управления научно-образовательным процессом.

Существенный риск (табл. 2) связан с интенсификацией роста научного партнерства, включения подразделения в международное научное сотрудничество и проектирование образовательных программ на основе сетевого взаимодействия с научными и образовательными организациями. Важным фактором риска является также уровень профессиональных компетенций руководящих и научно-педагогических кадров. Готовность их перейти к реализации принципов проектного управления, способность преподавателей перейти к междисциплинарной направленности собственной деятельности, выйти за границы отдельных учебных дисциплин. Невозможно игнорировать наличие такого риска, как неразвитость учебной инфраструктуры.

Проведенные подготовительные работы были направлены на разработку управленческого проекта по внедрению технологии PBL в практику организации научно-образовательного процесса на физическом факультете ТГУ.

Технология PBL гарантирует качество образования и экономическую эффективность при соблюдении ряда условий. Чтобы выйти на новый уровень, нужно сделать оценку нашего портфеля образовательных программ и выделить «базовые» и «прорывные» программы. Это должны быть уникальные программы на основе передовых научно-технологических разработок. В результате проведенных исследований были выбраны следующие векторы изменений на физическом факультете ТГУ.

1. *Вектор стратегических изменений.* Развитие научной и проектной экосистемы факультета, где образование рассматривается как инфраструктурная компонента разработки и реализации научно-исследовательских проектов и образовательных

программ. На этом уровне необходима системная перестройка управления факультетом и переход к управлению факультетом по проектному принципу. Переход к планированию научного и образовательного процесса как общего проекта развития подразделения с общим бюджетом доходов и расходов, интегрированием всех ресурсных потоков, поступающих от реализации научных проектов и от реализации образовательных программ и выполнения государственного задания на выполнение исследований и подготовку кадров. Трансформация этого уровня управления предполагает выделение приоритетов при выборе научных проектов, их оценки как с точки зрения достижения научных результатов, так и оценки возможностей реализации на их основе образовательных программ и формирования образовательных услуг.

2. *Вектор управления процессом обучения (учебное планирование)*. Реализация технологии PBL требует соподчинения циклограмм (циклов) планирования учебного процесса циклу планирования научных проектов. На этом уровне существенное значение приобретает организация учебного процесса (учебный режим и планирование учебного времени студентов и преподавателей). Формирование развитой учебной инфраструктуры, основанной на использовании возможностей современных информационных технологий. Речь идет о формировании доступных и удобных баз знаний, электронных образовательных ресурсов. К учеб-

ной инфраструктуре необходимо отнести и наличие доступа к лабораторному оборудованию, удобного и комфортного аудиторного фонда, позволяющего обеспечить возможность самостоятельной работы студентов в проектных группах, возможность работы в режиме лекций и семинаров, а также организованные формы групповых и индивидуальных консультаций в режиме онлайн. Существенным ресурсом для организации учебного режима являются разнообразные формы сетевой организации образовательных программ, партнерство между образовательными организациями, научно-исследовательскими институтами в России и за рубежом, а также расширение научного партнерства при выполнении исследований.

3. *Вектор развития профессионализма преподавателей*. Ориентация на интеграцию в единый процесс научных проектов и образовательных программ обостряет вопрос о квалификации профессорско-преподавательского состава, поэтому его переподготовка является обязательной. Важно привлекать сотрудников из реального сектора экономики для проектной работы со студентами, организовывать и реализовывать различные виды практик студентов на производстве.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы «Научный фонд им. Д. И. Менделеева Томского государственного университета» в 2016 г.*

### Список литературы

1. Чайковская О. Н., Калачикова О. Н. Образовательная программа магистратуры в области физики: проблема поиска ресурсов или возможность капитализации научного знания // Изв. вузов. Физика. 2016. 59 (4). 133.
2. Программа развития Национального исследовательского Томского государственного университета. URL: [viu.tsu.ru/about/](http://viu.tsu.ru/about/) (дата обращения: 16.07.2016).
3. Ученые ТГУ и Германии исследуют материалы, созданные на 3D-принтере. URL: [www.tsu.ru/news/uchenye-tgu-i-germanii-issleduyut-materialy-sozdan/](http://www.tsu.ru/news/uchenye-tgu-i-germanii-issleduyut-materialy-sozdan/) (дата обращения: 28.07.2016).
4. Выготский Л. С. История развития высших психических функций. М.: Эксмо, 2005. 1136 с.
5. Выготский Л. С., Лурия А. Р. Этюды по истории поведения: Обезьяна. Примитив. Ребенок. М.: Педагогика-Пресс, 1993. С. 224.
6. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975. 304 с.
7. Технология PBL в Университете Маастрихта. URL: [www.maastrichtuniversity.nl/education/why-um/problem-based-learning](http://www.maastrichtuniversity.nl/education/why-um/problem-based-learning) (дата обращения: 15.07.2016).
8. Lessons from Problem-Based Learning. Oxford: University Press, 2010. 267 p.

Чайковская О. Н., доктор физико-математических наук, профессор.  
**Национальный исследовательский Томский государственный университет.**  
Пр. Ленина, 36, Томск, Россия, 634050.  
E-mail: [dean@phys.tsu.ru](mailto:dean@phys.tsu.ru)

Калачикова О. Н., кандидат педагогических наук, доцент.  
**Национальный исследовательский Томский государственный университет.**  
Пр. Ленина, 36, Томск, Россия, 634050.  
E-mail: [dean@phys.tsu.ru](mailto:dean@phys.tsu.ru), [olga\\_kalach@mail.ru](mailto:olga_kalach@mail.ru)

*Материал поступил в редакцию 15.09.2016.*

*O. N. Chaykovskaya, O. N. Kalachikova*

## POTENTIAL OF PROBLEM-BASED LEARNING TECHNOLOGY FOR THE ORGANIZATION OF EDUCATIONAL PROCESS AT CLASSICAL UNIVERSITY

The paper examines the questions of solving problems of using potential of Problem-Based Learning (PBL) technology for organization of educational process in a classical university, which is specialized on fundamental preparation of students in various areas of physics. Shows the experience of preparation of PBL-implantation project at one of the university's departments. Presents the results of determination of problems of transitional management in order to implicate PBL technology in organization of educational process. The article focuses on definition of problems of university departments' directors and educational programs at a classical university.

**Key words:** *PBL, educational management, fundamental education, physics.*

### References

1. Chaykovskaya O. N., Kalachikova O. N. Obrazovatel'nye programmy magistratury po fizike: problema privilechinyi resursov ili vozmozhnost' kapitalizatsii nauchnykh znaniy [Master's programs in the field of physics: the problem of finding resources or the possibility of capitalization of scientific knowledge]. *Izvestiya vuzov. Fizika – Russian Physics Journal*, 2016, vol. 59, no. 4, pp. 133–137 (in Russian).
2. *Programma razvitiya natsional'nogo issledovatel'skogo Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [National Research Tomsk State University Development Programme] (in Russian). URL: [viu.tsu.ru/about/](http://viu.tsu.ru/about/) (accessed 07.16.2016).
3. *Uchenye TGU i Germanii issledyut materialy, sozdannye na 3D-printere* [Scientists of TSU and Germany explore materials made by the 3D-printer]. (in Russian). URL: [www.tsu.ru/news/uchenye-tgu-i-germanii-issleduyut-materialy-sozdan](http://www.tsu.ru/news/uchenye-tgu-i-germanii-issleduyut-materialy-sozdan) (accessed 07.28.2016).
4. Vygotsky L. S. *Istoriya rasvitiya vysshikh psikhicheskikh funktsiy* [The history of development of higher psychological functions]. Moscow, Smysl, Eksmo Publ, 2005. 1136 p. (in Russian).
5. Vygotsky L. S., Luriya A. R. *Etyudy po istorii povedeniya: Obezyana. Primitiv. Rebyenok* [Essays on the history of behavior: Monkey. Primitive. Child]. Moscow, Pedagogika-Press Publ, 1993. 224 p. (in Russian).
6. Leontiev A. N. *Deyatel'nost'. Soznaniye. Lichnost'* [Activities. Consciousness. Personality]. Moscow, Politizdat Publ., 1975. 304 p. (in Russian).
7. *Tekhnologiya PBL v universitete Maastrikhtha* [PBL Technology at the University of Maastricht] (in Russian). URL: [www.maastrichtuniversity.nl/education/why-um/problem-based-learning](http://www.maastrichtuniversity.nl/education/why-um/problem-based-learning) (accessed 07.15.2016).
8. *Lessons from Problem-Based Learning*. Oxford, University Press., 2010. 267 p.

Chaykovskaya O. N.

**National Research Tomsk State University.**

Pr. Lenina, 36, Tomsk, Russia, 634050.

E-mail: [dean@phys.tsu.ru](mailto:dean@phys.tsu.ru)

Kalachikova O. N.

**National Research Tomsk State University.**

Pr. Lenina, 36, Tomsk, Russia, 634050.

[olga\\_kalach@mail.ru](mailto:olga_kalach@mail.ru)